Wie viele Tagfalterarten gibt es in einem Habitat? Eine ökologische Fallstudie in Norditalien (Lepidoptera: Rhopalocera)

Thomas Schmitt, Esther Lambracht, Karin Scheelke, Dieter Thomas Tietze und Alfred Seitz

Dr. Thomas Schmitt, Esther Lambracht, Karin Scheelke, Dieter Thomas Tietze, Prof. Dr. Alfred Seitz, Institut für Zoologie, Abteilung Ökologie, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Saarstraße 21, D-55099 Mainz, Deutschland;
aktuelle Adresse Erstautor: Dr. Thomas Schmitt, Institut für Biogeographie, Fachbereich VI, Geozentrum Gebäude 857c, D-54286 Trier,
E-Mail: thsh@uni-trier.de

Zusammenfassung: Wir untersuchten im Juli 2000 die Tagfaltervorkommen eines Olivenhains in der Nähe des Gardasees (Norditalien) an sechs Tagen. Es wurden 535 Individuen aus 32 Arten registriert. Die Artenzahl pro Tag blieb annähernd konstant, die beobachtete Individuenzahl lag am Ende des Beobachtungszeitraumes jedoch höher als zu Beginn, was wohl durch den starken Schlupf von *M. tithonus* bedingt war. Die Lebensgemeinschaft wurde durch die drei Arten *M. jurtina*, *M. tithonus* und *C. pamphilus* dominiert, wohingegen die Mehrzahl der Arten nur in wenigen Individuen nachgewiesen wurde. Hieraus resultiert, daß die Gesamtartenzahl mit zunehmender Anzahl an Begehungen anstieg und eine Sättigungskurve bildete. Mittels unterschiedlicher Schätzverfahren wurde die Gesamtartenzahl für Mitte Juli im untersuchten Olivenhain mit 36 bis 45 berechnet.

How many butterfly species coexist within one habitat? An ecological case study in northern Italy (Lepidoptera: Rhopalocera)

Abstract: During six days in the field, we studied the butterflies of an olive orchard in the vicinity of Lake Garda (Northern Italy) in July 2000. We found 535 individuals of 32 species. The number of species per day stayed approximately constant, whereas the observed number of individuals was higher at the end of the observation period than at the beginning. That might be the consequence of the numerous hatching of *M. tithonus*. The community was dominated by three common species: *M. jurtina*, *M. tithonus* and *C. pamphilus*. In contrast, the majority of species was registered in a small number of individuals. Therefore, total numbers of species increased by numbers of field days showing a typical function of saturation. Using several estimators, the total number of species was calculated from 36 to 45 for this olive orchard in mid-July.

Key words: butterflies, olive orchard, species richness estimation, Hanes transformation, Pesina

Einleitung

Es ist ein lange bekanntes Phänomen, daß das Gesamtarteninventar eines Untersuchungsgebietes nicht durch eine einjährige Studie ermittelt werden kann, sondern daß selbst nach vielen Jahren noch neue Arten nachgewiesen werden, was auch für Tagfalter bestätigt wurde (Reichholf 1986, T. Schmitt 1999). Mit diesem Problem haben sich schon zahlreiche Autoren befaßt und mathematische Lösungsvorschläge erarbeitet (für Zusammenfassungen siehe Colwell & Coddington 1994, J. A. Schmitt 1999).

In der praktischen Feldarbeit ist jedoch oft nicht nur die zu erwartende Gesamtartenzahl von Interesse, sondern auch diejenige Zahl an Arten, die vermutlich während eines kürzeren Untersuchungszeitraumes in einem definierten Habitat auftritt. Diese Fragestellung läßt sich prinzipiell mit vergleichbaren Methoden angehen wie die Auswertung langjähriger Datenreihen (vergleiche Colwell & Coddington 1994).

Um dies exemplarisch aufzuzeigen, führten wir im Juli 2000 während einer ökologischen Exkursion der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz an den Gardasee (Norditalien) eine Versuchsreihe durch: Wir erfaßten während sechs Feldtagen (vom 13. bis 20. Juli 2000) in einem Olivenhain alle Tagfalter quantitativ. Diese Daten erlaubten durch statistische Analysen Rückschlüsse auf die in diesem Habitat zu erwartende maximale Artenzahl über den Untersuchungszeitraum.

Untersuchungsgebiet und Methode

Als Untersuchungsgebiet wählten wir einen südexponierten, etwa einen Hektar großen Olivenhain am Ortsrand der Ortschaft Pesina etwa 5 km östlich der Stadt Garda. Die Höhenlage des untersuchten Habitats war etwa 280 m ü. NN, womit es im submediterranen Klimagürtel um den Gardasee lag (Sala 1996). Der Unterwuchs bestand aus einer hochwüchsigen, jedoch lückigen und nährstoffarmen Grasflur mit zahlreichen blühenden Pflanzen als potentiellen Nektarquellen. In der Nähe der Untersuchungsfläche befanden sich Mähwiesen, zwei Gehöfte, ein Friedhof, zwei kleine Wäldchen und ein kleiner Weinberg.

Die Fläche wurde am 13., 14., 15., 17., 19. und 20. Juli jeweils vormittags zwischen 10.00 und 12.00 Uhr untersucht. Hierbei wurden über einen Zeitintervall von 30 Minuten von zwei Bearbeitern alle festgestellten Tagfalter registriert. Kritische Taxa wurden zur Bestimmung gefangen und anschließend wieder freigelassen. Ein dritter Bearbeiter protokollierte die quantitativen Beobachtungen. Am 14. Juli waren die Untersuchungsbedingungen durch fast bedeckten Himmel und Temperaturen um 20 °C vergleichsweise ungünstig. An den anderen Untersuchungstagen war es hingegen sonnig und zwischen 20 und 25 °C warm.

Mit dem erhobenen Datzensatz wurde mittels des Rotationsverfahrens nach J. A. Schmitt (1999) eine Sättigungskurve erstellt. Diese Kurve wurde über eine Hanes-Transformation (1932) liniarisiert, wodurch Rückschlüsse auf die potentielle maximale Artenzahl möglich waren. Die Standardabweichung wurde über das 95-%-Konfidenzintervall geschätzt. Auf Basis der

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

Sättigungskurve wurde ein Fitting auf Basis der Michaelis-Menten-Gleichung mit Statistica (® Stat soft inc. 1993) durchgeführt.

Mit dem Programm EstimateS 6 (Colwell 2000) wurde ebenfalls die zu erwartende maximale Artenzahl geschätzt, wofür weitere auf verschiedenen Algorithmen basierende Methoden eingesetzt wurden: ACE (Abundance-based Coverage Estimator) (Chao et al. 1993, Chazdon et al. 1998), ICE (Incidence-based Coverage Estimator of species richness) (Lee & Chao 1994, Chazdon et al. 1998), Chao 1 richness estimator (Chao 1984), Chao 2 richness estimator (Chao 1984, 1987), First-order Jackknife richness estimator (Burnham & Overton 1978, 1979, Heltshe & Forester 1983, Smith & van Belle 1984), Second-order Jackknife richness estimator (Burnham & Overton 1978, 1979, Smith & van Belle 1984, Palmer 1991), Bootstrap richness estimator (Smith & van Belle 1984) und Michaelis-Menten richness estimator (i) Schätzwert gemittelt über die Randomisierungen und (ii) Schätzwert einmal berechnet für die durchschnittliche Arten-Akkumulations-Kurve (Raaijmakers 1987). Für die auf Iterationen basierenden Algorithmen wurden 10000 Repliken berechnet. Ein kurzer Überblick über die meisten der angewandten Algorithmen ist Süssenbach & Fiedler (1999) zu entnehmen.

Die Nomenklatur der Falter richtet sich nach Nässig (1995).

Ergebnisse

Während den sechs halbstündigen Untersuchungen wurden insgesamt 535 Individuen beobachtet, die sich auf 32 Arten aufteilten (siehe Tabelle 1). Die während jedem der Untersuchungstermine registrierten Individuenzahlen schwankten zwischen 60 und 142; die festgestellten Artenzahlen lagen recht konstant zwischen 15 und 17 Arten, lediglich am 14. Juli 2000 wurden nur 12 Arten festgestellt.

Die Konstanz des Auftretens der Arten ergab eine Kurve mit zwei Maxima: eines für Arten, die an allen Tagen beobachtet wurden, und eines für Spezies, die nur an einem Tag festgestellt wurden (Abb. 1). Über die Hälfte aller registrierten Individuen gehörte den drei häufigsten Arten *Maniola jurtina, Maniola tithonus* und *Coenonympha pamphilus* an, wohingegen die 22 individuenärmsten Arten nur etwas mehr als 10% der Gesamtanzahl repräsentierten (siehe Abb. 2). Fünf häufige Arten (*Leptidea sinapis/reali, Plebeius argyrognomon, Melanargia galathea, Maniola tithonus, Coenonympha pamphilus*) zeigten über den Untersuchungszeitraum teilweise deutliche Verschiebungen ihres prozentualen Anteils an der Gesamtindividuenzahl (Abb. 3).

Eine Artensättigungskurve (Abb. 4) wurde mittels des Rotationsverfahrens (J. A. Schmitt 1999), einem Verfahren zur Randomisierung der Stichproben, erstellt. Diese Kurve stellt die durchschnittliche Zunahme der festgestellten Tagfalterarten durch jeden weiteren Beobachtungstag dar.

Durch Hanes-Transformation wurde diese Sättigungskurve linearisiert (Abb. 5). Die bestangepaßte Gerade ließ sich mit folgender Gleichung beschreiben:

$y = 0{,}0240\ x + 0{,}0463$

Hieraus errechnete sich der Schnittpunkt mit der Abszisse als –1,93, woraus sich unter den Rahmenbedingungen der Transformation eine halbmaximale Artenzahl während des Untersuchungszeitraumes von 20,8 ergabt. Dies bedeutet mittels dieser Methode eine postulierte maximale Artenzahl Mitte Juli im untersuchten Olivenhain von 41,7. Als Standardabweichung wurde 5,3 geschätzt. Das Fitting an die Michaelis-Menten-Gleichung ergab eine geschätzte maximale Artenzahl von 41,0 mit einer Standardabweichung von 7,2.

Mit dem Programm EstimateS (Colwell 2000) wurden weitere Schätzwerte für die maximale Artenzahlen berechnet (sofern vorhanden, Standardabweichung in Klammern): ACE: 42,1, ICE: 42,7, Chao 1 richness estimator: 43,6 (± 14,8), Chao 2 richness estimator: 39,0 (± 6,8), First-order Jackknife richness estimator: 41,2 (± 2,0), Second-order Jackknife richness estimator: 44,7, Bootstrap richness estimator: 36,4, Michaelis-Menten richness estimator (i) Schätzwert gemittelt über die Randomisierungen: 40,1 und (ii) Schätzwert einmal berechnet für die durchschnittliche Artenakkumulationskurve: 39,5.

Diskussion

Die in unserem Untersuchungsgebiet festgestellten Tagfalterarten stellen eine typische Lebensgemeinschaft des Südalpenrandes dar, welche auch von Sala (1996) für die submediterrane Stufe um den Gardasee beschrieben wird.

Von den festgestellten Arten treten eine Anzahl häufiger Arten mit hoher Stetigkeit auf und eine Anzahl seltener Arten treten mit geringer Stetigkeit auf. Die Artenzahl mit mittleren Stetigkeiten tritt hinter diesen beiden Gruppen deutlich zurück (siehe Abb. 1). Die Gruppe der mit geringer Stetigkeit auftretenden Arten dürften sich aus zwei unterschiedlichen Gruppen zusammensetzen:

1. Spezies, die so selten sind, daß sie an der Mehrzahl der Untersuchungstage nicht nachgewiesen wurden, und
2. Arten, die gelegentlich aus angrenzenden Habitaten temporär in den Olivenhain einwandern.

Interessanterweise konnte Reichholf (1986) in einer langjährigen Studie eine ähnliche Verteilung der Artenzahlen bezüglich der jährlichen Nachweisraten feststellen.

Auch weitere Faktoren bestimmten die tägliche Zusammensetzung der Biozönose. So verursachten die ungünstigeren Witterungsverhältnisse am 14. Juli eine deutliche Verschiebung in der prozentualen Zusammensetzung der Häufigkeitsverteilung (siehe Abb. 3): Einige

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

Tab. 1: Systematische Auflistung der vom 13. bis 20. Juli 2000 in einem Olivenhain bei Pesina (Gardasee, Norditalien) beobachteten Tagfalterarten, und Aufschlüsselung der registrierten Individuenzahlen nach den Untersuchungstagen. — *: Nach Tuzov (1997) ist *O. venatus* (Bremer & Grey, 1853) eine rein ostpaläarktische Art, die in Sibirien stellenweise mit *O. sylvanus* überlappt. Bei uns in Europa kommt nur *O. sylvanus* vor.

	13. VII.	14. VII.	15. VII.	17. VII.	19. VII.	20. VII.	Summe
Hesperiidae							
Spialia sertorius (Hoffmannsegg, 1804)					1		**1**
Pyrgus malvoides (Elwes & Edwards, 1897)				1			**1**
Erynnis tages (Linnaeus, 1758)	6	3	7	5	7	5	**33**
Ochlodes sylvanus (Esper, 1777)*	2			1			**3**
Papilionidae							
Iphiclides podalirius (Linnaeus, 1758)			1		1		**2**
Pieridae							
Leptidea sinapis (Linnaeus, 1758)/*reali* Reissinger, 1989			1	4	10	2	**17**
Pieris rapae (Linnaeus, 1758)	1				5		**6**
Pieris napi (Linnaeus, 1758)				1			**1**
Lycaenidae							
Lycaena phlaeas (Linnaeus, 1761)	2						**2**
Neozephyrus quercus (Linnaeus, 1758)						1	**1**
Cupido minimus (Fuessly, 1775)	1						**1**
Cupido alcetas (Hoffmannsegg, 1804)					2	1	**3**
Cupido argiades (Pallas, 1771)		1					**1**
Plebeius argyrognomon (Bergsträsser, 1779)	10	14	5	4	6	8	**47**
Polyommatus agestis ([Denis & Schiffermüller], 1775)		1	1			1	**3**
Polyommatus bellargus (Rottemburg, 1775)	1	3	3	4	1	1	**13**
Polyommatus icarus (Rottemburg, 1775)	1	1	1	1		2	**6**
Riodinidae							
Hamearis lucina (Linnaeus, 1758)	1						**1**
Nymphalidae							
Argynnis paphia (Linnaeus, 1758)			1	1	2		**4**
Argynnis adippe ([Denis & Schiffermüller], 1775)			1				**1**
Brenthis daphne ([Denis & Schiffermüller], 1775)				1			**1**
Vanessa atalanta (Linnaeus, 1758)						1	**1**
Melitaea phoebe ([Denis & Schiffermüller], 1775)	3			4	2		**9**
Limenitis reducta Staudinger, 1901			1		1	3	**5**
Pararge aegeria (Linnaeus, 1758)	1					5	**6**
Coenonympha pamphilus (Linnaeus, 1758)	6	24	18	10	6	24	**88**
Coenonympha arcania (Linnaeus, 1761)		1				1	**2**
Maniola jurtina (Linnaeus, 1758)	13	7	21	28	30	9	**108**
Maniola tithonus (Linnaeus, 1771)		1	1	4	49	36	**91**
Satyrus ferula (Fabricius, 1793)	3				1		**4**
Hipparchia fagi (Scopoli, 1763)	2	1	3	3	4	4	**17**
Melanargia galathea (Linnaeus, 1758)	9	3	15	6	14	9	**56**
Individuen	**62**	**60**	**80**	**78**	**142**	**113**	**535**
Arten	**16**	**12**	**15**	**16**	**17**	**17**	**32**

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

Abb. 1: Anzahl Untersuchungstage, an denen die einzelnen Arten in einem Olivenhain bei Pesina nachgewiesen wurden. (Die sieben Arten der Gruppe 6 wurden an allen Tagen beobachtet, die elf der Gruppe 1 nur an einem einzigen.)

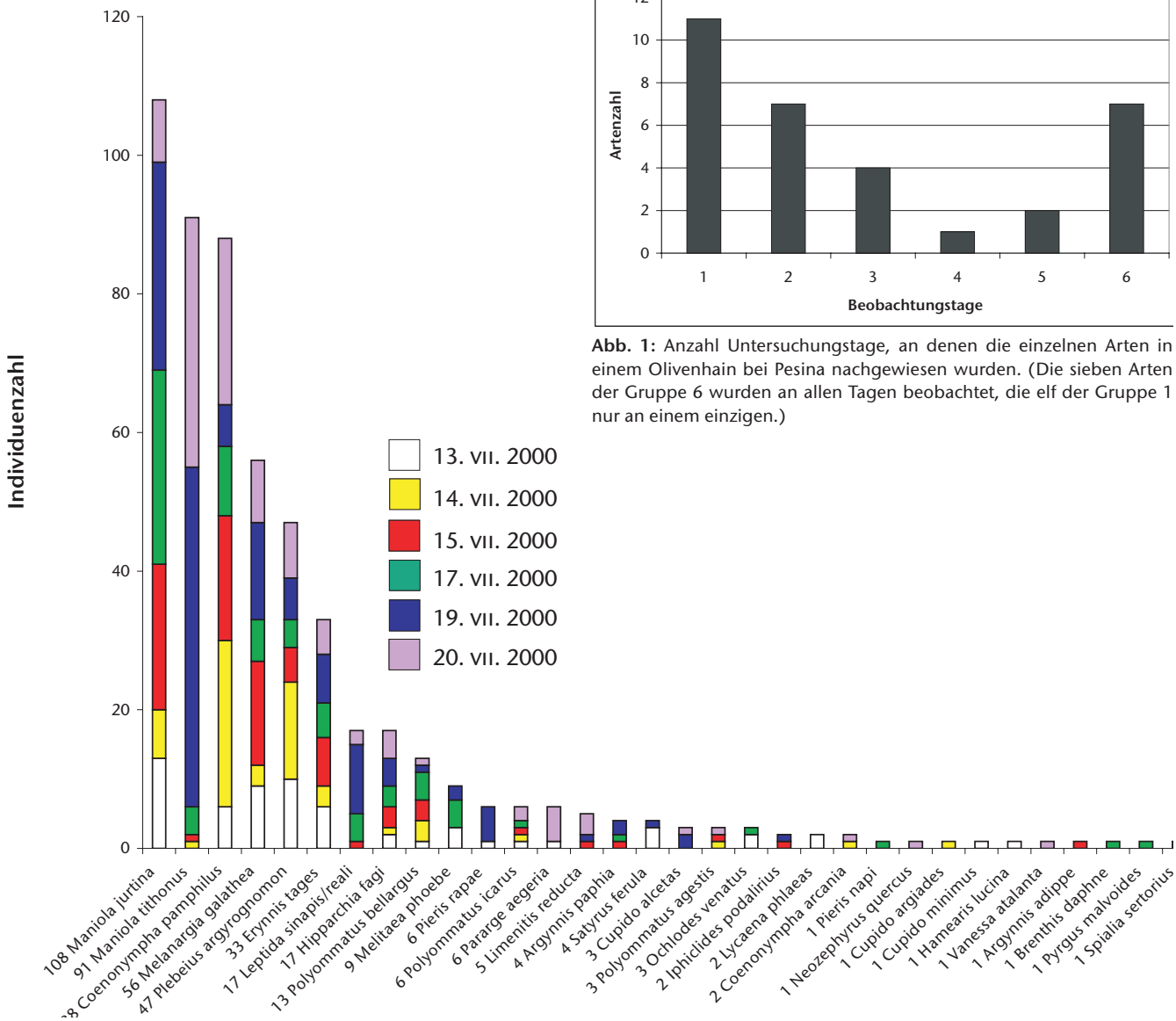

Abb. 2: Dominanzstruktur der 32 Tagfalterarten, die von 13. bis 20. Juli 2000 in einem Olivenhain bei Pesina (Gardasee, Norditalien) quantitativ aufgenommen wurden. Die Individuenzahlen aller Arten sind für jeden der sechs Beobachtungstermine gekennzeichnet.

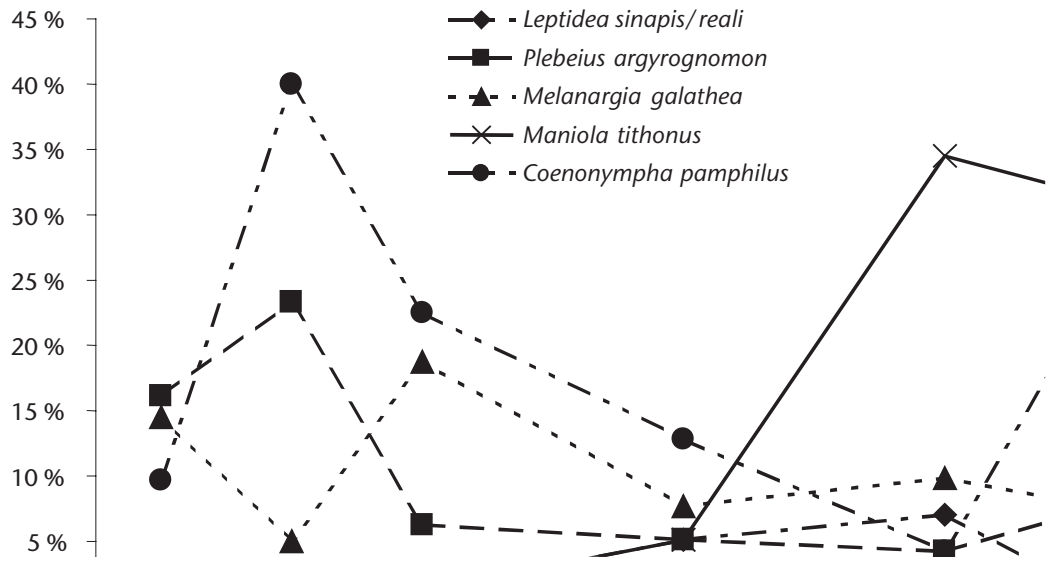

Abb. 3: Entwicklung der relativen Abundanzen fünf häufiger Arten eines Olivenhains bei Pesina über den Untersuchungszeitraum vom 13. bis 20. Juli 2000.

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

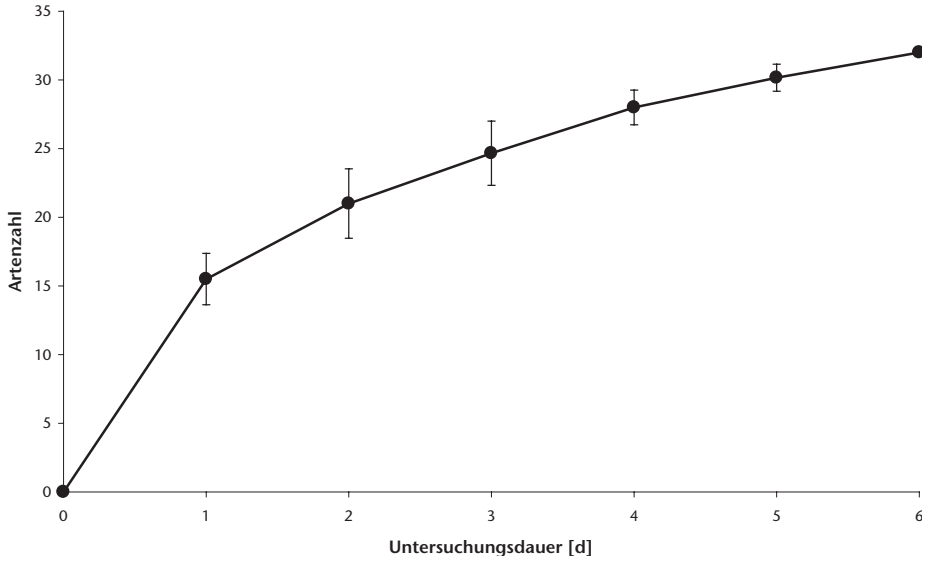

Abb. 4: Artensättigungsdiagramm der Tagfalter eines Olivenhains bei Pesina im Untersuchungsintervall vom 13. bis 20. Juli 2000. Zur Erstellung des Diagramms wurde über ein Rotationsverfahren (vergleiche J. A. Schmitt 1999) ermittelt, wie viele Tagfalterarten durchschnittlich nach einem, zwei und so weiter Untersuchungsterminen nachgewiesen wurden. Dargestellt sind die Mittelwerte mit den Standardabweichungen.

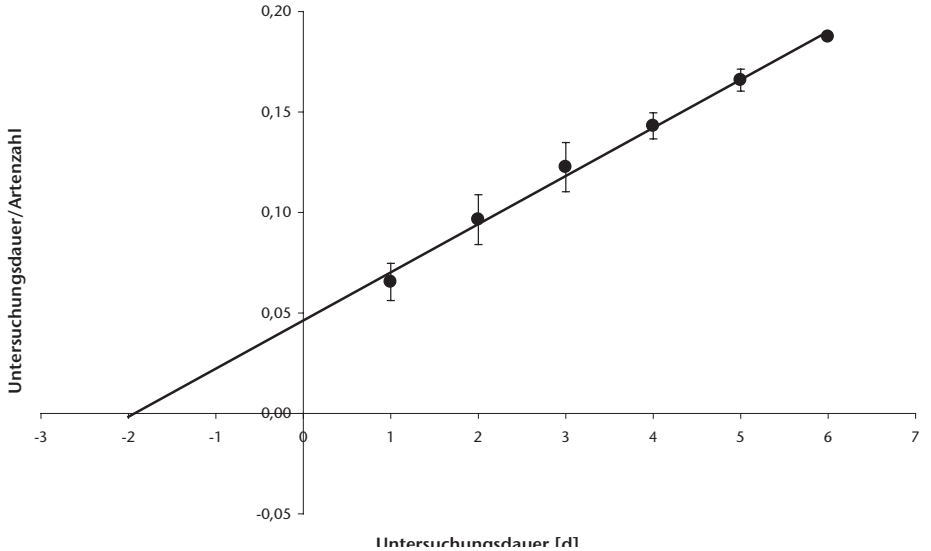

Abb. 5: Linearisierung der Artensättigungskurve der Tagfalter eines Olivenhains bei Pesina im Untersuchungsintervall vom 13. bis 20. Juli 2000 durch Hanes-Transformation. Geradengleichung: y = 0,0240 x + 0,0463. Dargestellt sind die Mittelwerte mit den Standardabweichungen.

Arten (zum Beispiel *Melanargia galathea*) hatten ihre Flugaktivität an diesem Tag anscheinend deutlich reduziert, weshalb der prozentuale Anteil von *Coenonympha pamphilus* und *Plebeius argyrognomon,* die auch bei der ungünstigerer Witterung aktiv waren, deutlich höher als an den anderen Tagen lag.

Auch über diesen vergleichsweise kurzen Zeitraum wirkten sich Phänomene wie der Beginn oder das Ende von Flugzeiten teilweise deutlich aus (siehe Abb. 3). So konnte *Maniola tithonus* am ersten Untersuchungstag nicht und an den folgenden drei nur in sehr geringer Individuenzahl nachgewiesen werden. Vom 17. auf den 19. Juli nahm die Individuenzahl sprunghaft zu, was auf massenhaften Schlupf zurückzuführen sein dürfte. Mit diesem Phänomen lassen sich auch weitgehend die höheren Gesamtindividuenzahlen an den beiden letzten Untersuchungstagen erklären. Die über den Untersuchungszeitraum leicht rückläufigen Individuenzahlen von *Plebeius argyrognomon* lassen sich eventuell durch das Ende der Flugzeit und somit ein sukzessives Sterben der Individuen zurückführen.

Aus sämtlichen obigen Analysen geht deutlich hervor, daß mit großer Wahrscheinlichkeit während der Untersuchungen nicht alle Arten des Mitte-Juli-Aspekts festgestellt werden konnten. Um aber die biologische Wertigkeit dieses Habitats besser einstufen zu können, ist es notwendig, Informationen über die in diesem Zeitfenster zu erwartende Gesamtartenzahl zu bekommen.

Um Rückschlüsse auf die Gesamtartenzahl zu ziehen, kann jedoch keine einfache Akkumulationskurve erzeugt werden, wie schon aus den stark schwankenden Individuenzahlen pro Untersuchungstag deutlich wird. Deshalb müssen, um eine Sättigungskurve zu erstellen, Randomisierungsverfahren eingesetzt werden (für ein Beispiel siehe Abb. 4).

Aus der abgebildeten Sättigungskurve (Abb. 4) erkennt man deutlich, daß an den sechs Untersuchungstagen wohl nicht die gesamte Artenmächtigkeit des Olivenhains Mitte Juli erfaßt wurde. Um Rückschlüsse auf die zu erwartende Gesamtartenzahl zu ziehen, müssen Extrapolationen durchgeführt werden. Hierfür existieren ver-

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

schiedenen Verfahren, denen unterschiedliche Theorien und Algorithmen zugrunde liegen (vergleiche Colwell & Coddington 1994).

Die unterschiedlichen von uns berechneten Schätzwerte für die Gesamtartenzahl lagen zwischen 36,4 und 44,8. Über die elf unterschiedlichen Schätzwerte wurde ein Mittelwert von 41,1 errechnet. Besonders stark von diesem Mittelwert wich der Bootstrap richness estimator mit 36,4 nach unten ab. Deutliche Abweichungen nach oben wurden für den Second-order Jackknife richness estimator mit 44,8 erhalten. Möglicherweise eignen sich diese zwei Schätzwerte schlechter für die Analyse des vorliegenden Datensatzes. Betrachtet man ausschließlich die mit Standardabweichung errechneten Schätzwerte, so besitzt die mittels Chao 1 richness estimator erhaltene Gesamtartenzahl eine Standardabweichung von 14,8 und somit eine hohe Unschärfe. Auch die Standardabweichungen für das Fitting an die Michaelis-Menten-Gleichung (7,2) den Chao 2 richness estimator (6,8) und die Schätzung über die Hanes-Transformation (5,3) zeigten eine vergleichsweise hohe Unschärfe. Mittels des First-order Jackknife richness estimator wurde eine Gesamtartenzahl von 41,2 mit einer Standardabweichung von 2,0 geschätzt. Da sowohl die so ermittelte Gesamtartenzahl einen mittleren Wert aufwies als auch die Standardabweichung vergleichsweise gering war, ist dieser Schätzwert eventuell für den erhobenen Datensatz als besonders geeignet anzusehen. Eine fast identische Gesamtartenzahl, jedoch mit höherer Unschärfe wurde mit der Schätzung über die Hanes-Transformation erhalten. Auch andere Untersuchungen (León-Cortes et al. 1998, Peterson & Slade 1998, Süssenbach & Fiedler 1999) zeigten, daß robuste asymptotische Schätzwerte mittels des Michaelis-Menten-Modells erhalten wurden.

Danksagung

Wir danken Dr. Johannes A. Schmitt (Saarbrücken) und einem anonymen Gutachter für ihre wichtigen Anregungen und der Johannes-Gutenberg-Universität für die finanzielle Unterstützung.

Literatur

Burnham, K. P., & Overton, W. S. (1978): Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. — Biometrika **65:** 623–633.

——, & —— (1979): Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. — Ecology **60:** 927–936.

Chao, A. (1984): Non-parametric estimation of the number of classes in a population. — Scandinavian Journal of Statistics **11:** 265–270.

—— (1987): Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. — Biometrics **43:** 783–791.

——, Ma, M.-C., & Yang, M. C. K. (1993): Stopping rules and estimation for recapture debugging with unequal failure rates. — Biometrika **80:** 193–201.

Chazdon, R. L., Colwell, R. K., Denslow, J. S., & Guariguata, M. R. (1998): Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. — S. 285–309 *in* Dallmeier, F., & Comiskey, J. A. (Hrsg.), Forest biodiversity research, monitoring and modeling: Conceptual background and Old World case studies. — Paris (Parthenon).

Colwell, R. K. (2000): EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6. User's Guide and application. — Im Internet publiziert unter der URL http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates (Stand August 2001).

——, & Coddington, J. A. (1994): Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. — Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, **345:** 101–118

Hanes, C. S. (1932): Studies on plant amylases. The effect of starch concentration upon the velocity of hydrolysis by the amylase of germinated barley. — Biochemical Journal **26:** 1406–1421.

Heltshe, J., & Forrester, N. E. (1983): Estimating species richness using the jackknife procedure. — Biometrics **39:** 1–11.

Lee, S.-M., & Chao, A. (1994): Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. — Biometrics **50:** 88–97.

León-Cortés, J. L., Soberón-Mainero, J., & Llorente-Bousquets, J. (1998): Assessing completeness of Mexican sphinx moth inventories through species accumulation curves. — Diversity & Distributions **4:** 37–44.

Nässig, W. A. (1995): Die Tagfalter der Bundesrepublik Deutschland: Vorschlag für ein modernes, phylogenetisch ausgerichtetes Artenverzeichnis (kommentierte Checkliste) (Lepidoptera, Rhopalocera). — Entomologische Nachrichten und Berichte, Dresden, **39:** 1–28.

Palmer, M. W. (1991): Estimating species richness: The second-order jackknife reconsidered. — Ecology **72:** 1512–1513.

Peterson, A. T., & Slade, N. A. (1998): Extrapolating inventory results into biodiversity estimates and the importance of stopping rules. — Diversity & Distributions **4:** 95–105.

Raaijmakers, J. G. W. (1987): Statistical analysis of the Michaelis-Menten equation. — Biometrics **43:** 793–803.

Reichholf, J. (1986): Tagfalter: Indikatoren für Umweltveränderungen. — Berichte der ANL **10:** 159–169.

Sala, G. (1996): I lepidotteri diurni del comprensorio gardesano. — Salò (Società Editoriale Multimediale), 160 S.

Schmitt, J. A. (1999): Neues zum Informationsgehalt von Arten-Areal-Kurven. — Abhandlungen der Delattinia, Saarbrücken, **25:** 67–210.

Schmitt, T. (1999): Die ökologischen Valenzen der Tagfalter des mittleren Löstertals. — Faunistisch-floristische Notizen aus dem Saarland, Saarbrücken, **29:** 585–614.

Smith, E. P., & van Belle, G. (1984): Nonparametric estimation of species richness. — Biometrics **40:** 119–129.

Süssenbach, D., & Fiedler, K. (1999): Noctuid moths attracted to fruit baits: testing models and methods of estimating species diversity. — Nota lepidopterologica **22:** 115–154.

Tuzov, V. K. (Hrsg.) (1997): Guide to the butterflies of Russia and adjacent territories. Vol. **1,** Hesperiidae, Papilionidae, Pieridae, Satyridae. — Sofia, Moskau (Pensoft), 480 S.

Eingang: 3. vii. 2001, 17. viii. 2001

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main, Juli 2002 ISSN 0723-9912

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main